

12

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 39 42 672 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
B 63 H 11/08

②1 Aktenzeichen: P 39 42 672.6  
②2 Anmeldetag: 22. 12. 89  
④3 Offenlegungstag: 4. 7. 91

DE 39 42 672 A 1

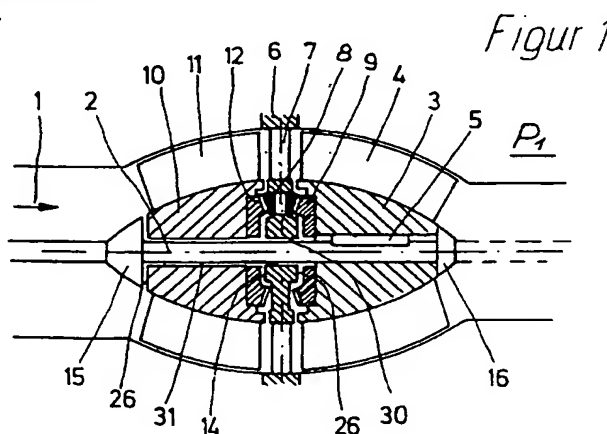
⑦1 Anmelder:  
Merz, Josef, Dipl.-Ing. (FH), 7300 Esslingen, DE

⑦4 Vertreter:  
Spott, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Puschmann, H.,  
Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Pumpe, insbesondere für Wasserstrahlantriebe von Wasserfahrzeugen

⑤7 Wasserstrahlantrieb für Wasserfahrzeuge, mit einer mindestens zweistufigen Pumpe, deren Pumpenräder zwecks Verhinderung von Kavitation gegenseitig mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl angetrieben sind, wobei die die unterschiedlichen Drehrichtungen und/oder Drehgeschwindigkeiten erzeugenden Getriebe innerhalb der Nabe der Pumpe angeordnet sind, vgl. Figur 1.



DE 39 42 672 A 1

Die Erfindung betrifft eine Pumpe für Wasserstrahlantriebe für Wasserfahrzeuge gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, wie zum Beispiel in der DE-OS 22 40 630 beschrieben und dargestellt.

Um einen möglichst geringen Bauaufwand für solche Pumpen zu erzielen und damit Platz und Gewicht einzusparen Herden die Pumpenlaufräder mit hohen Umfangsgeschwindigkeiten betrieben und dadurch hochbelastet. Die Leistungsfähigkeit eines solchen Antriebes ist dadurch in der Beschleunigungsphase Hegen der auftretenden Kavitationsgefahr im Bereich der Rotorschaukeln im Pumpeneintritt erheblich eingeschränkt.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus der Forderung, die Verluste innerhalb der Pumpe zu reduzieren und den beschleunigten Wasserstrom aus der der Pumpe nachfolgenden Düse möglichst drallfrei austreten zu lassen, wozu bisher feste Nachleitschaufeln verwendet Herden, vgl. die genannte DE-OS 22 40 630.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsbildende Pumpe und deren Bauteile in ihrer Auslegung derart weiterzubilden, daß bei einfacher und betriebssicherer konstruktiver Ausbildung eine mindestens zweistufige Pumpe geschaffen wird, die den Forderungen nach einem kavitationssicheren Betrieb und drallfreier Abströmung ohne Einbeziehung eines festen Nachleitrades erfüllt.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Durch die Erfindung wird die geforderte Förderhöhe mittels zweier Pumpenstufen geliefert, wobei die zweite Pumpenstufe gleichzeitig der Aufhebung des Dralls, der dem durch die erste Pumpenstufe beschleunigten Wasserstrom aufgezwungen wird, dient. Die Betriebsdrehzahl und damit die Relativ- und Absolutgeschwindigkeiten der Strömung innerhalb der besonders anfälligen ersten Pumpenstufe kann daher herabgesetzt werden, so daß auch in der Beschleunigungsphase Kavitation vermieden wird.

Da innerhalb der Nabekontur in den hauptsächlich für den Wasserstrahlantrieb verwendeten halbaxialen Pumpen im allgemeinen ausreichender Bauraum vorhanden ist, eignet sich diese Pumpenart besonders für die Integrierung eines Winkelgetriebes in den Nabenbereich des Pumpenlaufrades und eines evtl. anschließenden Leitgitters. Dies ermöglicht, den Antrieb einfach zu gestalten und eine etwa notwendige Drehzahlreduzierung auf einfache Weise zu realisieren. Dabei kann die Antriebswelle entweder axial oder in einem Winkel von 45° bis 90° zur Pumpenachse angeordnet sein.

Durch die Kegelräder und Ritzel wird das erste Pumpenrad zur Verhinderung von Kavitation mit einer geringeren Drehzahl als das nachfolgende Pumpenrad angetrieben und die für eine axiale Abströmung benötigte Gegenläufigkeit des stromab letzten Pumpenrades erzeugt.

Auf diese einfache Weise ist es möglich, die erforderlichen unterschiedlichen Drehzahlen und Drehrichtungen innerhalb der Pumpe zu erzeugen und mit nur einer Antriebswelle hoher Drehzahl und damit geringen Abmessungen anzutreiben. Ein Heiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß das Getriebe innerhalb der Pumpe automatisch durch das umgebende Wasser ausreichend gekühlt ist.

Die Bauteile des innenliegenden Getriebes sind vorteilhafterweise aus korrosionsfesten Werkstoffen und Werkstoffpaarungen gefertigt, so daß Hasser als Schmier- und Gleitmittel in den Kegelrad/Ritzel-Verzahnungen und in den vorteilhafterweise als Gleitlagerung ausgeführten Lagerungen der Wellen und Ritzel dient und ausreichend vorzeitigen Verschleiß verhindert.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von sieben in der Zeichnung mehr oder minder schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pumpe mit zwei gegenläufigen Pumpenrädern gleicher Drehzahl,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pumpe mit zwei gegenläufigen Pumpenrädern gleicher Drehzahl,

Fig. 3 einen Schnitt durch eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pumpe mit drei umlaufenden Pumpenrädern ungleicher Drehrichtung und Drehzahl,

Fig. 4 einen Schnitt durch eine vierte erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pumpe mit zwei gegenläufigen Pumpenrädern gleicher Drehzahl,

Fig. 5 einen Schnitt durch eine vierte erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pumpe mit zwei gegenläufigen Pumpenrädern ungleicher Drehzahl.

In den Fig. 1 bis 5 sind je ein von je einem in Vorausrichtung an einem jeweils nicht dargestellten Wasserfahrzeug angeordneter Strömungskanal mit einem eine Ansaugöffnung aufweisenden Einlauf an seinem vorderen Ende, eine dem Einlauf nachgeordnete Pumpe in seinem mittleren Bereich zum Ansaugen und Beschleunigen von Wasser sowie einer Düse an der Strahlaustrittsöffnung an seinem hinteren Ende umfassender Wasserstrahlantrieb lediglich der mittlere Bereich mit der Pumpe P<sub>1</sub> bis P<sub>5</sub> gezeigt.

Der Aufbau der Pumpe sei nunmehr anhand der Fig. 1 im Einzelnen beschrieben.

Der Antrieb der Pumpe erfolgt jeweils in Strömungsrichtung des Wassers gesehen über eine in axialer Richtung angeordnete Antriebswelle 2 von vorne oder von hinten, wie es in den Fig. 1, 2, und 3 zeichnerisch angedeutet ist. Die Nabe 3 eines in Strömungsrichtung zweiten Pumpenlaufrades 4 der Pumpe ist mittels eines Keils 5 mit der Antriebswelle 2 formschlüssig verbunden.

In einem ortsfesten Lagerstern 6, dessen Streben 7 auch als Leitschaufeln ausgebildet sein können, sind mindestens drei um jeweils 120° gegeneinander versetzte, ortsfeste Ritzel 8 gelagert. Diese Ritzel 8 greifen einerseits in einen am Nabenteil 3 des zweiten Pumpenrades 4 befindlichen Zahnkranz 9 und andererseits in einem an der Nabe 10 eines ersten Pumpenrades 11 der Pumpe befindlichen Zahnkranz 12 ein. Die Nabe 10 des ersten Pumpenlaufrades 11 ist auf der Antriebswelle 2 mittels eines Radiallagers 31 und mittels der Axiallager 14 und 26 geführt. Das erforderliche Axialspiel kann vorzugsweise über einstellbare Wellenbünde 15 oder 16 erfolgen. Auf diese Weise wird das erste Pumpenrad mit der gleichen Umdrehungszahl, jedoch in gegensinniger Drehrichtung angetrieben. Die axiale Schubkraft des ersten Pumpenrades wird durch das Axiallager 26 auf den Wellenbund 15 und über die Welle 2, den Wellenbund 16, die Nabe 3 des zweiten Pumpenrades und zusammen mit der axialen Schubkraft des zweiten Pumpenrades 4 über das zweite Axiallager 14 auf den Lagerstern 6 übertragen. Das Axiallager 14 dient lediglich der Spieleinstellung des Getrieberitzels 8 zum Zahn-

kranz 12. Die Fig. 2 zeigt die gleiche Anordnung der beschriebenen Bauteile, dort ist jedoch das erste Pumpenrad 11 mit der Antriebswelle 2 formschlüssig verbunden. Die axiale Schubkraft des ersten Pumpenrades 11 wird dort über den Wellenbund 15, die Antriebswelle 2, den Wellenbund 16, das Axiallager 26 und zusammen mit dem Axialschub des zweiten Pumpenrades 4 über das Axiallager 26' auf den Lagerstern 6 übertragen.

Die Pumpenausführung nach Fig. 3 besitzt drei umlaufende Pumpenräder, wobei der in Fig. 2 dargestellten Pumpe ein drittes Pumpenrad 18 vorgeschaltet ist, welches zur Vermeidung von Kavitation gleichsinnig jedoch nur mit der halben Drehzahl des zweiten Pumpenrades 11 umläuft.

Der Antrieb erfolgt ebenfalls über die Antriebswelle 2 in Strömungsrichtung 1 von vorne oder hinten. Die Antriebswelle ist mit der Nabe 10 des zweiten Pumpenlaufrades 11 mittels eines Keils 5 verbunden. In der Nabe 17 des ersten Pumpenrades 18 sind drei oder mehr mit der Nabe umlaufende Ritzel 19 gelagert, die einerseits in dem am zweiten Pumpenlaufrad angebrachten Zahnkranz 20 und andererseits an der Nabe 21 eines am vorderen Lagerstern 22 angebrachten, ortsfesten Zahnkranz 23 eingreifen und so dem ersten Pumpenlaufrad eine mit dem zweiten Pumpenlaufrad gleichsinnige Umdrehung, jedoch nur mit der halben Umdrehungszahl aufzwingen. Das dritte Pumpenlaufrad 4 wird über den sich auf der hinteren Seite der Nabe 10 des zweiten Pumpenrades 11 befindlichen Zahnkranz 12, die in der Nabe des Lagersterns 6 gelagerten drei oder mehr Ritzel 8 und den an der Nabe 3 des dritten Pumpenrades 4 befindlichen Zahnkranz 9 gegensinnig mit der Umdrehungszahl des zweiten Pumpenlaufrades angetrieben. Die Welle 2 wird in den Radiallagern 30, die sich in der Nabe 21 des vorderen Lagersterns 22, der Nabe des Zwischenlagersterns 6 und in der Nabe 24 des hinteren Lagersterns 25 befinden, geführt. Die radiale Führung der relativ zur Pumpenwelle umlaufenden Pumpenräder erfolgt in den Radiallagern 31. Das Axiallager 14 dient lediglich der Begrenzung des Axialspiels für das Pumpenrad 4, über das Axiallager 14' wird das Spiel der Verzahnungen des Ritzels 8 und des Zahnkranzes 12 des Pumpenrades 11 begrenzt. Die axiale Schubkraft des Pumpenrades 4 wird über das Axiallager 26 auf die Nabe des Zwischenlagersterns 6, die Axialschübe der Pumpenräder 11 und 18 über die Axiallager 26' auf den vorderen Lagerstern 22 übertragen. Die Axiallager dienen gleichzeitig der Begrenzung des Zahnspiels der Verzahnungen 19, 20 und 23.

In der Ausführungsform nach Fig. 4 erfolgt der Antrieb der gegensinnig zueinander laufenden Pumpenräder 4 und 11 über die an ihnen angebrachten Zahnkränze 9 und 12 durch ein formschlüssig mittels des mit der senkrecht zur Pumpenachse 27 angeordneten Antriebswelle 28 verbundenen Ritzels 29, wobei beide Pumpenräder 4 und 11 auf der Pumpenachse 27 radial in den Radiallagern 31 und durch die Axiallager 14 und 26 geführt sind.

Die axialen Schubkräfte des ersten Pumpenrades 11 werden dabei durch das Axiallager 26 des vorderen Lagersterns 36, die des zweiten Pumpenrades 4 vorteilhafterweise über das Axiallager 26' des Zwischenlagersterns 37 an das Pumpengehäuse übertragen. Der hintere Lagerstern 38 dient lediglich der Halterung der Achse 27 und der Begrenzung des Axialspiels. In der Ausführungsform nach Fig. 5 wird durch eine Neigung der Antriebswelle 28 zu der Pumpenachse 27 eine Gegenläufigkeit der genannten Pumpenräder 4 und 11, jedoch

mit unterschiedlichen Umdrehungszahlen erreicht.

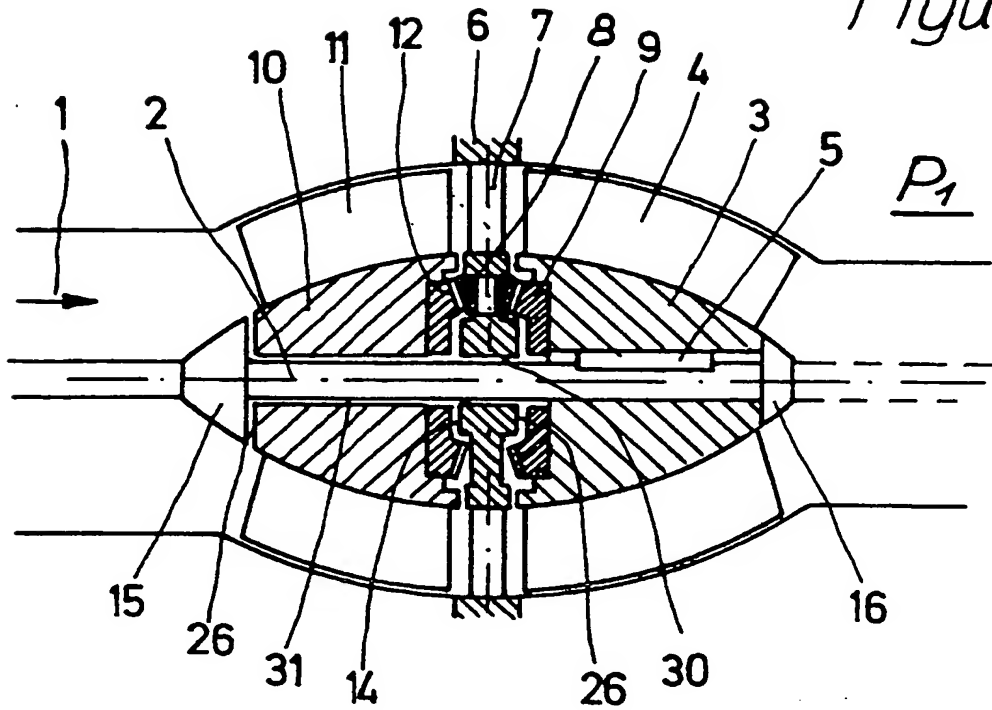
Es sind auch weitere Kombinationen der beschriebenen Ausführungsformen möglich ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen; beispielsweise können auch die Ausführungsformen nach den Fig. 4 oder 5 mit dem Antrieb des ersten Pumpenrades 18 der Fig. 3 kombiniert werden.

#### Patentansprüche

1. Pumpe für einen Wasserstrahlantrieb für Wasserfahrzeuge, mit einem in Strömungsrichtung mit einer Ansaugöffnung aufweisenden Einlauf an dem vorderen Ende, sowie mit einer Düse an der Strahlaustrittsöffnung an dem hinteren Ende, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe ( $P_1 - P_5$ ) mindestens zweistufig ausgebildet ist, daß das Pumpenrad (4) der letzten Stufe gegensinnig zu dem Pumpenrad (11) der vor diesem befindlichen Pumpenstufe mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl angetrieben wird, und daß die unterschiedliche Drehrichtungen und/oder Drehgeschwindigkeiten erzeugenden Getriebe (8, 9, 12, 19, 20, 23, 29) innerhalb des Nabenbereiches der Pumpe (P) angeordnet sind.
2. Pumpe nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß eine axiale Einleitung des Antriebs in eines der Pumpenräder (4, 11) und eine durch Ritzel (8, 19) und Zahnkränze (9, 12, 20, 23) erfolgende Übertragung auf die anderen Pumpenräder (11, 4, 18) vorgesehen ist.
3. Pumpe nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß für den Antrieb eine im Bereich zwischen den Pumpenlaufrädern (4, 11) eingreifende in einem Winkel von  $90^\circ$  bis  $45^\circ$  zur Pumpenachse (27) angeordnete Antriebswelle (28) vorgesehen ist.
4. Pumpe nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß für den Antrieb eine im Bereich zwischen den Pumpenlaufrädern vorzugsweise in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel zur Pumpenachse (27) eingreifende Antriebswelle (28) vorgesehen ist, durch die den unmittelbar über das auf der Antriebswelle befindliche Ritzel (29) angetriebenen Pumpenrädern (4, 11) ungleiche Drehzahlen gegensinniger Drehrichtung aufgezwungen sind; vgl. Fig. 5.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Figur 1



Figur 2

